


# SOLID-STATE IMAGE SENSING DEVICE AND MANUFACTURE THEREOF

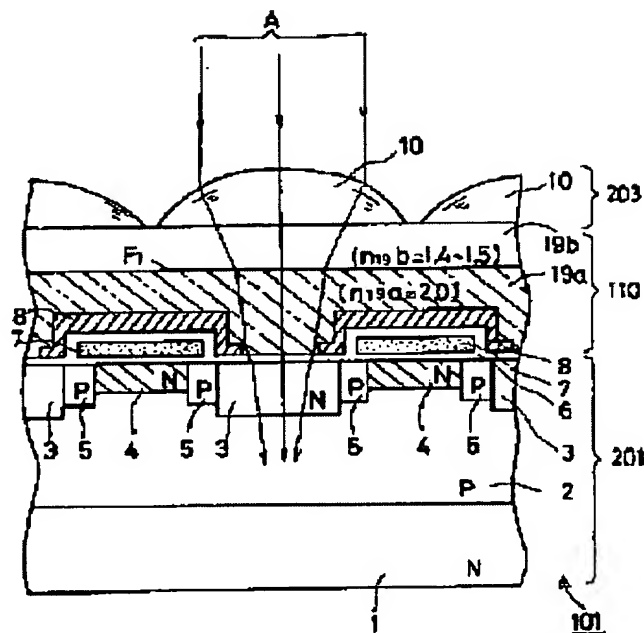
**Patent number:** JP6125070  
**Publication date:** 1994-05-06  
**Inventor:** MAEKAWA SHIGETO; others: 02  
**Applicant:** MITSUBISHI ELECTRIC CORP  
**Classification:**  
- International: H01L27/14; G02B27/00; H04N5/335  
- european:  
**Application number:** JP19920298135 19921009  
**Priority number(s):**

Also published as:

 US5371397 (A1)

## Abstract of JP6125070

**PURPOSE:** To prevent incident light from dispersing to the periphery of a light-receptive section and control smearing without degrading the sensitivity of the light-receptive section.  
**CONSTITUTION:** A luminous dispersion layer 19 is formed between an element 201 and lens layer 203. The luminous dispersion layer 19 consists of a light transmission layer 19b of a higher refractive index on the incidence side; and a light transmission layer 19a of a lower refractive index on the exit side. The luminous dispersion layer 19 refracts and disperses incident light A, collected by the lens layer 203, so that the light will be as close to a parallel luminous flux as possible.



(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-125070

(43)公開日 平成6年(1994)5月6日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

H 0 1 L 27/14

G 0 2 B 27/00

H 0 4 N 5/335

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

J 9120-2K

V

7210-4M

H 0 1 L 27/14

D

審査請求 未請求 請求項の数11(全 25 頁)

(21)出願番号

特願平4-298135

(22)出願日

平成4年(1992)10月9日

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 前川 繁登

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機  
株式会社エル・エス・アイ研究所内

(72)発明者 山本 秀和

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機  
株式会社エル・エス・アイ研究所内

(72)発明者 川島 光

兵庫県伊丹市瑞原4丁目1番地 三菱電機  
株式会社エル・エス・アイ研究所内

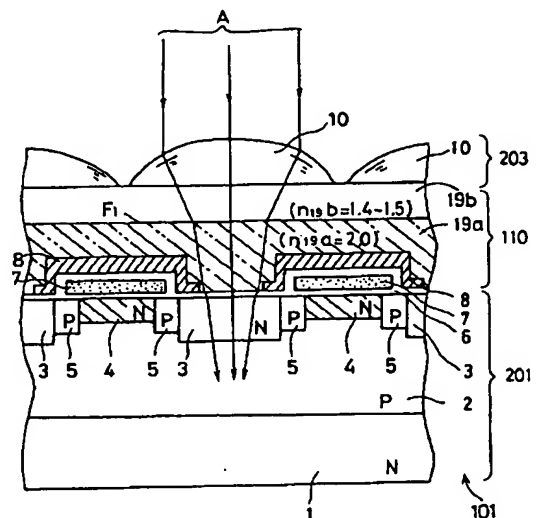
(74)代理人 弁理士 早瀬 憲一

(54)【発明の名称】 固体撮像装置とその製造方法

(57)【要約】

【目的】 受光部の感度を低下させることなく、入射光の受光部周辺への広がりを抑えてスミアの低減を図る。

【構成】 素子部201とレンズ層203との間に、屈折率の高い光入射側光透過層19bと屈折率の小さい光出射側光透過層19aとからなり、上記レンズ層203により集光された入射光Aをこれが平行光束により近い光束となるよう上記両光透過層の接触界面での屈折により分散する光束分散層19を配設した。



1: N型シリコン基板

2: P型ウエル領域

3: 電光部

4: N型CCDチャネル領域

5: P型チャネル分離領域

6: ゲート絶縁膜

7: ゲート電極

8: アルミ遮光膜

10: マイクロレンズ

19a: 光出射側光透過層

19b: 光入射側光透過層

101: 固体撮像装置

110: 光束分散層

201: 素子部

203: レンズ層

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 入射光を受け光電荷を発生する複数の受光部、及び各受光部で発生した光電荷を転送する転送部を半導体基板上に作り込んでなる素子部と、上記素子部上に設けられ、入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域毎に行われるよう構成したレンズ層とを備えた固体撮像装置において、

上記レンズ層と素子部との間に配置され、屈折率の異なる光透過層を有し、上記レンズ層により集光された集光光束をこれが平行光束により近い光束となるよう上記光透過層により分散する光束分散層を備えたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項2】 請求項1記載の固体撮像装置において、上記光束分散層は、屈折率の高い光入射側の光透過層と、屈折率の小さい光出射側の光透過層とから構成されていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項3】 請求項2記載の固体撮像装置において、上記光入射側光透過層と光出射側光透過層とが形成する接触界面は、その受光部上に位置する部分が凹状に湾曲した凹レンズ形状となっていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項4】 請求項1記載の固体撮像装置において、上記光束分散層は、屈折率の小さい光入射側光透過層と、屈折率の小さい光出射側光透過層と、該両光透過層間にこれらの層と接触して介在する屈折率の大きい中間光透過層とを有し、

上記光入射側光透過層と中間光透過層との接触界面は全面に渡ってフラットな形状となっており、上記中間光透過層と光出射側光透過層との接触界面はその受光部上の部分が凸状に湾曲した凸レンズ形状となっていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項5】 請求項1記載の固体撮像装置において、上記光束分散層は、屈折率の大きい光入射側光透過層と、屈折率の小さい光出射側光透過層とからなり、上記両光透過層の接触界面は、その受光部上の部分が凸状に湾曲した凸レンズ形状となっていることを特徴とする固体撮像装置。

【請求項6】 請求項1記載の固体撮像装置において、上記光束分散層として、上記受光部の配列パターンに対応させて複数の凹レンズ部を配列してなる凹レンズアレイ膜を上記素子部上に貼り付け、

上記レンズ層として、上記受光部の配列パターンに対応させて複数の凸レンズ部を配列してなる凸レンズアレイ膜を上記凹レンズアレイ膜上に貼り付けたことを特徴とする固体撮像装置。

【請求項7】 複数の受光部、及び各受光部で発生した光電荷を転送する転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜を堆積する第1の工程と、

該第1の透明絶縁膜を異方性エッチングして、上記半導体基板上の、受光部の周縁部分にサイドウォールを形成

する第2の工程と、

上記半導体基板全面に、上記第1の透明絶縁膜と同一の屈折率を持つ第2の透明絶縁膜を下地表面の凸凹形状がその表面形状に反映されるよう形成する第3の工程と、上記第2の透明絶縁膜上に、該絶縁膜より屈折率の小さい第3の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう形成する第4の工程と、

上記第3の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この絶縁膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成する第5の工程とを含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項8】 複数の受光部、及び各受光部で発生した光電荷を転送する転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜をその表面が平坦になるよう堆積する第1の工程と、

上記第1の透明絶縁膜上に、上記受光部に対応する部位に開口を有する耐エッチング性膜を形成する第2の工程と、

上記耐エッチング性膜をマスクとして第1の透明絶縁膜に等方性エッチングを施して、該透明絶縁膜の、各受光部上の部分に凹状湾曲面を形成する第3の工程と、

上記耐エッチング性膜を除去した後、上記第1の透明絶縁膜上に、該絶縁膜より屈折率が小さい第2の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう堆積する第4の工程と、上記第2の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この絶縁膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成する第5の工程とを含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項9】 複数の受光部、及び各受光部で発生した光電荷を転送する転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の熱可塑性透明樹脂膜を、下地表面の凸凹形状がその表面形状に反映されるよう堆積する第1の工程と、

上記第1の熱可塑性透明樹脂膜をリフローしてその受光部上の部分に凹状湾曲面を形成する第2の工程と、

上記第1の熱可塑性透明樹脂膜上に該樹脂膜より屈折率の小さい第2の透明樹脂膜をその表面が平坦になるよう形成する第3の工程と、

上記第2の透明樹脂膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この樹脂膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成する第4の工程とを含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項10】 複数の受光部、及び各受光部で発生した光電荷を転送する転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜をその表面が平坦になるよう堆積する第1の工程と、

上記第1の透明絶縁膜上に、屈折率がこれと同一の熱可塑性透明樹脂を形成し、該熱可塑性透明樹脂のパターニング及び熱リフローを行って、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成する第2の工程と、

その後全面に上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きい透明な材料を上記熱フロー温度よりも低温で、その表面が平坦になるよう堆積して第2の透明絶縁膜を形成する第3の工程と、

上記第2の透明絶縁膜上にこの絶縁膜より屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成し、その後第3の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この絶縁膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成する第4の工程とを含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【請求項11】 請求項10記載の固体撮像装置の製造方法において、

上記第3及び第4の工程に代えて、

上記熱可塑性透明樹脂より屈折率の大きい光透過膜を、熱フロー温度よりも低温で下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう、堆積する第5の工程を含むことを特徴とする固体撮像装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は固体撮像装置及びその製造方法に関し、特に受光部に入射する集光光束を分散することによりスミアの低減を図るための光束分散層の構造及びその形成方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図13及び図14は例えばIEDM1983でIshihara等が発表した従来の固体撮像装置を説明するための図であり、図13(a)はその半導体基板上での拡散領域の配置を示す平面図、図13(b)は転送電極及び遮光膜の配置を示す平面図であり、図14(a)及び図14(b)はそのXIVa-XIVa線断面及びXIVb-XIVb線断面の構造を示す断面図である。なお、図13では半導体基板上の平坦化膜及びレンズ層は省略している。

【0003】 図において、200は固体撮像装置であり、二次元アレイ状に配列された平面略正方形形状の受光部と、各受光部列の間に配置され、各受光部で発生した光電荷を垂直方向に転送する垂直CCD（電荷転送素子）と、上記各受光部と垂直CCDとの間に設けられたトランスファークロウ部とを有する素子部201、該素子部201上に配置され、入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域毎に行われるよう形成したレンズ層203、及び上記素子部201とレンズ層203との間に介在し、レンズ層203で集光された集光光束の光路長を調整する光路長調整層202から構成されている。

【0004】 すなわち上記素子部201では、上記N型シリコン基板1上にP型ウェル領域2が形成され、該P型ウェル領域2の表面部分には、上記受光部としての第1N型半導体層3、上記垂直CCDのチャンネル領域としての第2N型半導体層（以下N型CCDチャンネル領域と

いう。）4及び上記トランスファークロウ部のチャンネル領域としての低濃度N型半導体領域（以下N-型TGチャンネル領域という。）4aが形成されており、上記受光部である第1N型半導体層3の周囲には、P型半導体層5からなるチャンネル分離領域が形成されている。

【0005】 また上記CCDチャンネル領域4上にはシリコン酸化膜6からなるゲート絶縁膜を介して、第1ポリシリコン膜7aよりなるCCDゲート電極及び第2ポリシリコン膜7bよりなるCCDゲート電極が垂直CCDの転送方向に沿って交互に配置されている。ここで上記第1ポリシリコン膜7aの、上記N-型TGチャンネル領域4a上の部分はトランスファークロウ電極となっている。

【0006】 さらにCCDゲート電極及びトランスファークロウ電極、つまり上記第1及び第2ポリシリコン膜7a、7bの、N型CCDチャンネル領域4上及びN-型TGチャンネル領域4a上の部分の上方にはこれに覆い被さるようアルミ膜8が形成されており、該アルミ膜8は上記各チャンネル領域4、4aへ入射する光を遮る遮光膜（以下アルミ遮光膜という。）となっている。

【0007】 また光路長調整層202は、上記アルミ遮光膜8上全面に形成され、透明樹脂からなる平坦化膜9であり、上記レンズ層203は、この平坦化膜9上の、上記複数の受光部3に対応する各領域に配設され、入射光Aを各受光部に集める凸形マイクロレンズ10から構成されている。またここでは上記マイクロレンズ10は、図13(a)の二点鎖線Bで示すように受光部を中心としてCCDチャンネル領域4側に張り出した平面楕円形状となっており、つまり受光部3の周辺領域、つまりN型CCDチャンネル領域4、N型TGチャンネル領域4a及びP型チャンネル分離領域5上に降り注ぐ入射光も上記受光部3に導入できるようになっている。

【0008】 次に動作について説明する。上記固体撮像装置200の受光面に入射した光Aは、上記マイクロレンズ10によって受光部3に集光される。この際上記レンズ10によって、各受光部周辺のアルミ遮光膜8上に入射した光も受光部3に集められる。これにより各受光部3はその面積が小さくても実質的には大きな感度を持つこととなる。

【0009】 そして上記集光した光によって受光部3で発生した光電子は受光部3に蓄積され、所定のタイミングをもってTRチャンネル領域4aを通してCCDチャンネル領域4へ移され、CCDの転送動作により後段の信号処理装置に出力される。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】 ところが、従来の固体撮像装置200では、入射光による光電子は上記P型ウェル領域2の、CCDチャンネル領域4に近い領域でも発生し、これがCCDチャンネル領域4に入り込んで転送中の信号電荷と混ざり、スミアとよばれるノイズになると

いう問題があった。

【0011】すなわち、上記レンズ10の焦点 $f_{10}$ は通常、上記受光部を構成する第1N型半導体層3の内部に位置するよう設定されており、その焦点位置より下側では入射光Aは逆に広がってしまうため、ウェル領域2の深い部分では、上記受光部3の直下部分を中心とする広範な領域で光電子 $E_0$ 、 $E_1$ が発生する。例えば、入射光Aの一部が図14に示すように、チャンネル分離層5の直下部分にまで到達し、上記入射光による光電子の一部 $E_1$ がCCDチャンネル領域4に入り込むこととなる。

【0012】なお、このように素子部上に透明絶縁層を介してレンズ層を形成してなる固体撮像装置は、特開昭61-64158号公報、特開平2-103962号公報、特開平2-280376号公報、特開昭60-145776号公報、特開昭2-65171号公報等にも示されており、特に特開昭61-64158号公報、特開平2-280376号公報、特開昭2-65171号公報記載の固体撮像装置は、上記従来の固体撮像装置200と同様、受光部や電荷転送部を形成した半導体基板上に透明膜を介して集光レンズを形成してなるもので、これらの装置では、基板の受光部下側部分での入射光の広がりにより、スミアが発生するという上記と同様な問題がある。

【0013】また上記特開昭60-145776号公報記載の固体撮像装置は、受光部上の部分が凹状に湾曲したパッシベーション膜や層間絶縁膜のレンズ作用により入射光が散乱されるのを防止するため、上記凹状湾曲部上に集光レンズを配置したものであるが、この場合も、集光レンズにより集光された入射光が基板の受光部下側部分で広がることとなり、上記と同様スミアの発生を招くこととなる。

【0014】また上記特開平2-103962号公報記載の固体撮像装置は、集光レンズ部での集光能力を高めるため、集光レンズ部を、屈折率の大きい材料からなる凸レンズと、その下側に配置され、屈折率の小さい材料からなる凹レンズとから構成し、各レンズでそれぞれ集光を行うようにしたものであるが、この場合基板の受光部下側部分での入射光の広がりは一層大きくなり、上記のようなスミアの発生が助長されてしまう。

【0015】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、受光部の感度を低下させることなく、光電子のCCDチャンネル領域への漏れ込みによるスミアを低減できる固体撮像装置及びその製造方法を得ることを目的とする。

【0016】

【課題を解決するための手段】この発明に係る固体撮像装置は、複数の受光部、及び転送部を有する素子部と、入射光の上記受光部への集光が各受光部に対応する領域毎に行われるよう構成したレンズ層との間に、屈折率の異なる2つの光透過層を有し、上記レンズ層により集光された集光光束をこれが平行光束により近い光束となる

よう上記光透過層での屈折により分散させる光束分散層を設けたものである。

【0017】この発明は上記固体撮像装置において、上記光束分散層を、屈折率の高い光入射側光透過層と、屈折率の小さい光出射側光透過層とから構成したものである。

【0018】この発明は上記固体撮像装置において、上記光入射側光透過層と光出射側光透過層との接触界面の、各受光部上に位置する部分を凹状に湾曲した凹レンズ形状としたものである。

【0019】この発明は上記固体撮像装置において、上記光束分散層の構造を、上記屈折率の小さい光入射側光透過層と、屈折率の小さい光出射側光透過層と、該両光透過層間にこれらの層と接触して介在する屈折率の大きい中間光透過層とを有し、上記光入射側光透過層と中間光透過層との接触界面が全面に渡ってフラットな形状となっており、上記中間光透過層と光出射側光透過層との接触界面の、各受光部上の部分が凸状に湾曲した凸レンズ形状となっている構造としたものである。

【0020】この発明は上記固体撮像装置において、上記光束分散層の構造を、屈折率の大きい光入射側光透過層と、屈折率の小さい光出射側光透過層とからなり、上記両光透過層の接触界面の、上記受光部上の部分が凸状に湾曲した凸レンズ形状となった構造としたものである。

【0021】この発明は上記固体撮像装置において、上記光束分散層として、上記受光部の配列パターンに対応させて複数の凹レンズ部を配列してなる凹レンズアレイ膜を上記素子部上に貼り付け、上記レンズ層として、上記受光部の配列パターンに対応させて複数の凸レンズ部を配列してなる凸レンズアレイ膜を上記凹レンズアレイ膜上に貼り付けたものである。

【0022】この発明に係る固体撮像装置の製造方法は、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜を堆積した後、該第1の透明絶縁膜を異方性エッチングして、上記半導体基板上の、受光部の周縁部分にサイドウォールを形成し、次に上記半導体基板全面に、上記第1の透明絶縁膜と同一の屈折率を持つ第2の透明絶縁膜を下地表面の凸凹形状がその表面形状に反映されるよう形成し、上記第2の透明絶縁膜上に、該絶縁膜より屈折率の小さい第3の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう形成し、上記第3の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この絶縁膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成するものである。

【0023】この発明に係る固体撮像装置の製造方法は、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう堆積した後、該第1の透明絶縁膜上に、上記受光部に対応する部位に開口を有する耐エッチング性膜を形成

し、これをマスクとして第1の透明絶縁膜に等方性エッチングを施して、該透明絶縁膜の、各受光部上の部分に凹状湾曲面を形成し、続いてこの耐エッチング性膜を除去した後、上記第1の透明絶縁膜上に、該絶縁膜より屈折率が小さい第2の透明絶縁膜を堆積し、上記第2の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この絶縁膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成するものである。

【0024】この発明に係る固体撮像装置の製造方法は、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の熱可塑性透明樹脂膜を下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう堆積した後、該第1の熱可塑性透明樹脂膜をリフローしてその受光部上の部分に凹状湾曲面を形成し、次に上記第1の熱可塑性透明樹脂膜上に該樹脂膜より屈折率の小さい第2の透明樹脂膜をその表面が平坦となるよう形成し、上記第2の透明樹脂膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この樹脂膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成するものである。

【0025】この発明に係る固体撮像装置の製造方法は、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう堆積した後、上記第1の透明絶縁膜上に、屈折率がこれと同一の熱可塑性透明樹脂を形成し、該熱可塑性透明樹脂のパターニング及び熱リフローを行って、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成し、その後全面に上記熱可塑性樹脂より屈折率が大きい透明な材料を上記熱リフロー温度よりも低温で、その表面が平坦となるよう堆積して第2の透明絶縁膜を形成し、その後該第2の透明絶縁膜上にこれより屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成し、最後に上記第3の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この絶縁膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成するものである。

【0026】この発明は上記固体撮像装置の製造方法において、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成した後、上記熱可塑性樹脂より屈折率が大きい光透過膜を、熱リフロー温度よりも低温で下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう堆積するものである。

【0027】

【作用】この発明においては、素子部とレンズ層との間に、屈折率の異なる2つの光透過層を有し、上記レンズ層により集光された入射光をこれが平行光束により近い光束となるよう上記光透過層での屈折により分散する光束分散層を配設したから、上記レンズ層により集光された入射光は、上記光束分散層の通過により集光角度がより小さい集光光束となって受光部に入射することとなる。これにより半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりが抑えられてCCDチャネル領域への光電荷の

漏れ込みが少なくなり、スミアを低減することができる。

【0028】またこの発明においては、上記光束分散層における、光入射側光透過層と光出射側光透過層との接触界面の、受光部上に位置する部分を凹状に湾曲した凹レンズ形状としたので、上記凹状に湾曲した接触界面では入射光の分散は、接触界面がフラットな場合に比べて大きく、上記入射光は、光束調整層の通過によりほぼ平行な光束となって受光部に入射することとなる。これにより半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりはほとんどなくなり、光電荷のCCDチャネル領域への漏れ込みによるスミアの発生をほぼ完全に防止することができる。

【0029】この発明においては、上記光束分散層を、屈折率の小さい光入射側と光出射側の2つの光透過層間に、屈折率の大きい中間光透過層を挟み込んで形成し、光入射側光透過層と中間光透過層との接触界面を全面フラットな形状とし、また中間光透過層と光出射側光透過層との接触界面の、各受光部上の部分を凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、レンズ層により集光された入射光は上記フラットな接触界面と、凸状に湾曲した接触界面とでそれぞれ屈折して分散されることとなる。このため受光部下側の基板部分での入射光の広がりはほとんどなく、上記と同様スミアの発生をほとんど防止することができる。

【0030】この発明においては、上記光束分散層を屈折率の大きい光入射側光透過層と、屈折率の小さい光出射側光透過層とから構成し、上記両光透過層の接触界面の、受光部上の部分を凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、上記レンズ層により集光された入射光は、上記凸状に湾曲した接触界面での屈折により分散されることとなり、これにより上記と同様半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりが抑制されて、光電荷のCCDチャネル領域への漏れ込みによるスミアを低減することができる。

【0031】この発明においては、上記光束分散層として、上記受光部の配列パターンに対応させて複数の凹レンズ部を配列してなる凹レンズアレイ膜を上記素子部上に貼り付け、上記レンズ層として、上記受光部の配列パターンに対応させて複数の凸レンズ部を配列してなる凸レンズアレイ膜を上記凹レンズアレイ膜上に貼り付けたので、上記凸レンズアレイ膜で集光された入射光は、上記凹レンズアレイ膜での屈折により分散されることとなり、上記と同様にしてスミアの低減を図ることができる。また上記光束分散層及びレンズ層の形成は上記凹レンズアレイ膜及び凸レンズアレイ膜を素子部上に貼り付けるだけでよく、上記各層の形成プロセスが簡単になる。

【0032】この発明においては、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上の、受光部の周縁部



分に第1の透明絶縁膜の塗布及び異方性エッチングによりサイドウォールを形成し、該サイドウォールを利用して、その受光部上の部分が凹状に湾曲した第2の透明絶縁膜を形成し、該透明絶縁膜上にこれより屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、凹状に湾曲した屈折界面を各受光部に対応して有する光束分散層をエッチングマスク等を用いることなく比較的簡単な工程により形成することができる。

【0033】この発明においては、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう堆積した後、該第1の透明絶縁膜に、耐エッチングマスクを用いた等方性エッチングを施して、該透明絶縁膜の、受光部上の部分に凹状湾曲面を形成し、上記耐エッチングマスクの除去後、上記第1の透明絶縁膜上に、これより屈折率の小さい第2の透明絶縁膜を堆積することにより光束分散層を形成するようにしたので、上記光束分散層の凹状に湾曲した屈折界面の曲率や大きさを上記耐エッチングマスクの開口パターンやエッチング条件等の変更により簡単に調整することができる。

【0034】この発明においては、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の熱可塑性透明樹脂膜を下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう堆積した後、該透明樹脂膜をリフローしてその受光部上の部分を所定の凹状湾曲形状とし、その上に第1の透明樹脂膜より屈折率の小さい第2の透明樹脂膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、凹状に湾曲した屈折界面を各受光部に対応して有する光束分散層をサイドウォールやエッチングマスク層を用いることなく、比較的簡単な工程により形成することができる。

【0035】この発明においては、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上の平坦な第1の透明絶縁膜上で、熱可塑性透明樹脂のパターニング及び熱リフローを行って、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成し、その後全面に上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きい透明な材料を上記熱リフロー温度よりも低温でその表面が平坦となるよう堆積して第2の透明絶縁膜を形成し、その後第2の透明絶縁膜上にこれより屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、上記第1の透明絶縁膜上の凸レンズはプロセス上最も形成し易い形状とし、集光光束の集束角度や光路長の微調整を第2、第3の透明絶縁膜の膜厚の調整により簡単に行うことができる。

【0036】この発明においては、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上の平坦な第1の透明絶縁膜上で、熱可塑性透明樹脂のパターニング及び熱リフローを行って、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数

の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成し、その後上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きい透明材料を、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう、かつ熱リフロー温度よりも低温で堆積することにより、光束分散層及びレンズ層を形成するようにしたので、上記凸レンズ上の平坦化膜の形成とレンズ層の形成とを1つの工程で行うことができ、製造プロセスを簡略化できる。

【0037】

【実施例】以下、この発明の実施例を図について説明する。

実施例1. 図1は本発明の第1の実施例による固体撮像装置を説明するための断面図で、図13(b)に示す従来装置のXIVa-XIVa線断面に相当する部分の断面構造を示している。なお以下の各実施例では、図13(b)のXIVb-XIVb線断面における素子部上の透明膜やレンズ層等の構造はXIVa-XIVa線断面のものと同一であるため、図示していない。

【0038】図において101は本実施例の固体撮像装置で、この装置101では、素子部201とレンズ層203との間に、屈折率の異なる2つの光透過層19a、19bの接触界面F1を有し、上記レンズ層203により集光された入射光Aの光束を、上記接触界面F1での屈折によりこれが平行光束により近い光束となるよう分散する光束分散層110が配設されている。ここで上記光入射側光透過層19bはシリコン系樹脂から、上記光出射側光透過層19aはシリコン窒化膜から構成されており、光入射側光透過層19bの屈折率 $n_{19b}$ は1.4～1.5程度、光出射側光透過層19aの屈折率 $n_{19a}$ はシリコン窒化膜の組成比にもよるが約2.0となっている。その他の構成は従来の固体撮像装置200と同一であるが、ここでは説明の都合上第2ポリシリコン膜7bの、CCDチャネル領域上の部分をCCDゲート電極7としている。

【0039】次に上記固体撮像素子の製造方法について簡単に説明する。まずN型シリコン基板1にボロン等のP型不純物やリン等のN型不純物を適宜選択的に導入し、これによりN型シリコン基板1上にP型ウェル領域2を、その表面に受光部としてのN型半導体層3、N型CCDチャネル領域4及びP型チャネル分離領域5を形成する(図2(a))。

【0040】次に上記P型ウェル領域2の表面上にシリコン酸化膜6を介して第1及び第2のポリシリコン膜7a、7b(図13(b)、図14(b)参照)を形成し、これをパターニングして上記N型CCDチャネル領域4上にCCDゲート電極7を、またN-型TGチャネル領域4a上にTGゲート電極を形成する(図13(b)参照)。その後アルミ膜の形成とパターニングにより、上記各ゲート電極上にこれに覆い被さるようアルミ遮光膜8を形成し、これにより上記素子部201を完成する

(図2(b))。

【0041】そして上記素子部201上全面にシリコン窒化膜をその表面ができるだけ平坦になるよう、例えばバイアス印加ECR (Electron Cyclotron Resonance) 型プラズマCVD法等により堆積して、厚さ0.1~1 $\mu$ mの光出射側光透過層19aを形成し(図2(c))、続いてその上にシリコン系樹脂を堆積して光入射側光透過層19bを形成する。これにより上記光束分散層110が形成される(図2(d))。

【0042】その後上記光束分散層110上に熱可塑性樹脂、例えば東京応化株式会社製OFPR-800、ODUR-1010、OEBR-100、1000等をスピン塗布法等により塗布し、フォトリソグラフィ技術等を用いてパターンニングして受光部3上の周辺端部を除去する。これにより平面長方形形状の熱可塑性樹脂10aが各受光部3上に、垂直CCDの転送方向にはCCDチャネル領域側の中央付近まで、また該転送方向と直角方向にはP型チャネル分離領域5の中央付近まで広がった、平面長方形形状の熱可塑性樹脂層10aが形成される(図2(e))。最後に所定の温度、例えば上記熱可塑性樹脂としてOFPR-800を用いた場合は、150 $^{\circ}$ C前後の温度で上記熱可塑性樹脂層10aを熱リフローすることにより該樹脂層10aを平面長楕円形状の凸レンズ状に加工してマイクロレンズ10を形成し、固体撮像装置101を完成する(図2(f))。

【0043】次に作用効果について説明する。一般に、2つの異なる物質の界面では、それらの屈折率に差があると光路Lが屈折する。以下図12(a)を用いて詳しく説明する。光が屈折率の小さい物質I(屈折率 $n_1$ )から界面上の点P1に入射して、屈折率の大きい物質II(屈折率 $n_2$ )へ進むとき、点P1に立てた法線M1と入射光線L1がなす角を入射角 $\theta_1$ 、法線M1と出射光線L2のなす角を出射角 $\theta_2$ 、入射光線L1と出射光線L2とがなす角度を屈折角 $\delta a$ とすると、屈折の原理を示す式  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$  よりこの場合  $n_1 < n_2$  であるので、 $\theta_1 > \theta_2$  となり、屈折角 $\delta a$ は $\theta_1 - \theta_2$ となる。

【0044】従って本実施例の固体撮像装置101では、レンズ層203と素子部201との間に、屈折率1.4~1.5の光入射側光透過層19bと屈折率約2.0の光出射側光透過層19aとからなる光束分散層110を設けているため、マイクロレンズ10により集光された入射光Aは上記光束分散層110中の両光透過層19a、19bの接触界面F1での屈折により分散して平行光束に近い光束となる。つまり入射光Aは受光部3にその表面に対して垂直に近い角度で入射することとなり、P型ウェル領域2の、受光部3下側の深部での入射光の広がりや抑えられることとなる。これにより受光部3に隣接するCCDチャネル部への光電子の漏れ込みが少なくなり、スミアによる雑音を低減することができ

る。

【0045】ところでこの実施例では、光束分散層110中の、2つの光透過層19a、19bの接触界面F1が全面に渡って平坦な構造となっているため、上記レンズ層203のマイクロレンズ10の屈折率が大きいものでは、上記ウェル2の深部での入射光の広がり抑制が不十分である場合がある。この場合上記光透過層19a、19bとして屈折率の差がより大きな透明材料を用いる必要があるが、製造プロセスや光透過性等からの制約もあってそのような透明材料の選択は必ずしも容易ではない。また、上記のように2つの光透過層の接触界面を平坦にするためには、屈折率の大きい光出射側光透過層19aを構成する、光透過性の悪いシリコン窒化膜を厚くしなければならず、この結果光束分散層での入射光の減衰が大きくなり、受光部3の感度が低下したのと同様の弊害が生じてしまう。

【0046】実施例2. 次にこのような問題点を解決したものとして本発明の第2の実施例による固体撮像装置について説明する。図3は上記第2実施例による固体撮像装置の断面構造を示す図、図4及び図5はそれぞれ該固体撮像装置の第1及び第2の製造方法を説明するための断面図である。図において、102は本実施例の固体撮像装置で、この装置102では上記光束分散層として、屈折率の異なる2つの光透過層の接触界面F2の、受光部上に位置する部分を凹状に湾曲した光束分散層120を備えている。

【0047】ここで上記光束分散層120は、素子部201上に形成され、上記受光部3上に凹状球面部120aを有する光出射側光透過層29と、該光透過層上に形成された光入射側光透過層19bとから構成されており、上記光入射側光透過層29は屈折率が2.0程度のシリコン窒化膜から、また上記光出射側光透過層19bは上記実施例と同様屈折率1.4~1.5程度のシリコン系樹脂から構成されている。その他の構成は上記第1実施例と同一である。

【0048】このような構成の第2の実施例では、素子部201とレンズ層203との間に、屈折率が小さい光入射側光透過層19bと屈折率の大きい光出射側光透過層29とからなり、これらの層の接触界面F2の、受光部上の部分が凹状に湾曲した構造の光束分散層120を配設したので、上記湾曲した接触界面F2では入射光の分散はフラットな接触界面に比べて大きく、上記レンズ層203により集光された入射光Aは、光束分散層120の通過によりほぼ平行光束となって受光部3に入射することとなる。

【0049】すなわち図12(b)に示すように、光が屈折率の小さい物質I(屈折率 $n_1$ )から、凹状に湾曲した界面上の点P2に入射して、屈折率の大きい物質II(屈折率 $n_2$ )へ進むとき、入射角 $\theta_3$ 、つまり入射点P2に立てた法線M2と入射光線L1とのなす角度は、



接触界面の平坦部での入射角 $\theta_1$  (図12(a)参照)に比べて大きくなり、屈折の一般式 $n_1 \sin \theta_3 = n_2 \sin \theta_4$ から、屈折角 $\delta b$ 、つまり入射光線 $L_1$ と出射光線 $L_2$ とのなす角度 $(\theta_3 - \theta_4)$ も、フラットな接触界面での屈折角 $\delta a$  ( $= \theta_1 - \theta_2$ )に比べて大きくなる。言い換えると上記凹状に湾曲した接触界面での屈折では、平坦な接触界面での屈折に比べて集光光束が発散される度合いが大きく、受光部に入射する入射光はほぼ平行光束となっている。このため半導体基板1の受光部下側部分での入射光の広がりほとんどなくなり、光電荷のCCDチャネル領域への漏れ込みによるスミアの発生をほぼ完全に防止することができる効果がある。

【0050】またこの実施例では、光出射側光透過層29を構成する光透過率の低いシリコン窒化膜は、上記受光部3上の部分の膜厚が上記実施例のものに比べて薄くなっているため、入射光の減衰量が小さくなり、受光部3での感度が低下した場合に生ずるような弊害を回避することができる。なおこのような観点からは上記シリコン窒化膜の、受光部3上部分の膜厚は零にするのが望ましい。

【0051】次に製造方法について説明する。この実施例の固体撮像装置の製造方法については2つの方法があり、まず上記凹球面部120aを有する光束分散層120の形成に、サイドウォールを用いる第1の方法について図4を用いて説明する。なお、上記素子部201の形成工程は、上記第1実施例の図2(a)及び図2(b)と同一であるため、ここでは省略する。

【0052】図2(a)、(b)に示すように素子部201を形成した後、第1シリコン窒化膜29aをプラズマCVD法等によって全面に堆積する(図4(a))。この時シリコン窒化膜29aは、そのエッチバックによるサイドウォールの形成が可能な程度の厚みに形成する必要がある、ここではその厚みは0.5~1.0  $\mu\text{m}$ 程度としている。

【0053】次に、このシリコン窒化膜29aに異方性エッチングを施してエッチバックし、受光部3の周囲にサイドウォール29a1を形成する(図4(b))。その後全面に第2シリコン窒化膜29bを、上記サイドウォール29a1による下地表面の段差がその表面形状に反映されるようプラズマCVD法等によって全面に堆積して、その受光部上の部分120aが凹状に湾曲した厚さ0.1~1.0  $\mu\text{m}$ 程度の光出射側光透過層29を形成する(図4(c))。その後は上記第1実施例と同様シリコン系透明樹脂をその表面が平坦となるよう堆積して光入射側光透過層19bを形成し(図4(d))、続いて上記第1の実施例装置の製造方法と同様、上記光束調整層110上に熱可塑性樹脂をスピン塗布法等により塗布し、フォトリソグラフィ技術等を用いてパターンニングしてその受光部3上の周辺端部を除去する(図4(e))。

【0054】そして最後に上記パターンニングされた熱可塑性樹脂層10aを所定の温度で熱リフローしてこれを凸レンズ状に加工し、平面楕円形状のマイクロレンズ10を形成する。これにより上記第2実施例の固体撮像装置102を完成する(図4(f))。

【0055】ここで、上記受光部3の周縁部分上のサイドウォール29a1をその一部が受光部3の中央部分を被覆する程度に大きくすることにより、第2のシリコン窒化膜29bを不要とできる。

【0056】このようにこの第1の方法では、素子部201の、受光部3の周縁部分に第1シリコン窒化膜29aの堆積、及びその異方性エッチングによりサイドウォール29a1を形成し、その上に第2シリコン窒化膜29bを下地表面の凹凸がその表面形状に反映されるよう堆積し、その後該シリコン窒化膜29bより屈折率の小さいシリコン系透明樹脂を形成することにより、光束分散層120を形成するようにしたので、凹状に湾曲した屈折界面を各受光部に対応して有する光束分散層120をエッチングマクス等を用いることなく比較的簡単な工程により形成することができる効果がある。

【0057】次に、上記第2の実施例装置を製造するための第2の方法として、上記凹球面部120aを有する光束分散層120の形成に、等方性エッチングを用いる方法について図5を用いて説明する。なおこの方法においても素子部201の形成工程は、上記第1実施例の図2(a)及び図2(b)と同一であるため、ここでは省略する。

【0058】図2(a)、(b)に示すように素子部201を形成した後、上記素子部201上にシリコン窒化膜29cをこれができるだけ平坦となるようバイアス印加ECRプラズマCVD法等により堆積する(図5(a))。

【0059】次に上記シリコン窒化膜29c上にフォトレジスト31を形成し、これをその開口部31aが上記受光部3上に形成されるようパターンニングする(図5(b))。そして該フォトレジスト31をマスクとして上記シリコン窒化膜29cに等方性エッチングを施して、上記シリコン窒化膜29cの、上記受光部3上の部分に凹状湾曲部120aを形成し、光出射側光透過層29を形成する(図5(c))。

【0060】そして、上記フォトレジスト31を除去した後、上記第1実施例と同様にして光入射側光透過層19bを形成し(図5(d))、続いて熱可塑性樹脂10aのスピン塗布、パターンニングを行い(図5(e))、最後に上記パターンニングされた熱可塑性樹脂層10aを所定の温度で熱リフローしてこれを凸レンズ状に加工し、平面楕円形状のマイクロレンズ10を形成する。これにより上記第2実施例の固体撮像装置102を完成する(図5(f))。

【0061】この方法では、上記サイドウォールを用いる第1の方法に比べて、凹レンズ部の曲率を開口部の大

きさやエッチングの制御によりある程度調整することができる効果がある。

【0062】このようにこの第2の方法では、素子部201上にシリコン窒化膜29cをその表面が平坦となるよう堆積した後、該窒化膜29cに、耐エッチングマスクを用いた等方性エッチングを施して、該窒化膜29cの、受光部上の部分に凹状湾曲部120aを形成し、上記耐エッチングマスクの除去後、上記シリコン窒化膜上に、これより屈折率の小さいシリコン系透明樹脂19bを堆積することにより、光束分散層120を形成するようにしたので、上記光束分散層120の凹状に湾曲した接触界面の曲率や大きさを、上記耐エッチングマスクの開孔パターンやエッチング条件等の変更により簡単に調整することができる効果がある。

【0063】なお、この第2の実施例では、上記光出射側光透過層19aとして屈折率が約2.0のシリコン窒化膜を、また光入射側光透過層19bとして屈折率が1.4~1.5程度の透明樹脂を用いているが、上記両光透過層の構成材料はこれに限るものではない。

【0064】実施例2の変形例。図6は上記第2の実施例の変形例に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図において102aはこの変形例に係る固体撮像装置で、この装置102aでは、光束分散層120を、屈折率が1.5前後の透明絶縁膜からなる光出射側光透過層29dと、屈折率が1.3前後のフッ素系樹脂からなる光入射側光透過層19cとから構成している。ここでは上記透明絶縁膜29dには、例えばSOG (Spin On Glass)用材料、BPSG (Boron-doped Phospho-Silicate Glass)等のSiO<sub>2</sub>系材料やPMMA (Poly-Metal-Meta-Acrylate), PGMA (Poly-Glycidyl-Metal-Meta-Acrylate)等のポリマーであって屈折率が1.5前後のものを用いている。その他の点は上記第2の実施例装置と全く同一である。

【0065】次に製造方法について説明する。図2(a), (b)に示すように素子部201を形成した後、受光部3とその周辺のアルミ遮光膜8及び第2ポリシリコン7b (図14(b)参照)との間に段差が形成されている状態で、透明樹脂膜29d1を下地表面の段差形状がその表面形状に反映されるようにプラズマCVD、スピン塗布法等により積層し (図6(a))、熱リフローによりその受光部上の平面略正方形形状の凹状部分120aを所望の凹状球面形状として、光出射側光透過層29dを形成する (図6(b))。

【0066】次に上記光出射側光透過層29d上に屈折率が1.3前後のフッ素系樹脂をスピン塗布法等により、その表面が充分平坦となるよう厚く塗布して、光入射側光透過層19cを形成する (図6(c))。

【0067】その後は上記第2実施例の各方法と同様、熱可塑性樹脂のスピン塗布、パターンニングを行い (図6(d))、上記パターンニングされた熱可塑性樹脂層10a

を所定の温度で熱リフローしてこれを凸レンズ状に加工し、マイクロレンズ10を形成する。これにより上記第2実施例の固体撮像装置102aを完成する (図6(e))。

【0068】このように第2実施例の変形例では、素子部201上に透明絶縁膜29d1を下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう堆積した後、該透明絶縁膜29d1の熱リフローによりその受光部上の凹状部分120aを所定の凹状湾曲形状として光出射側光透過層29dを形成し、その上に上記透明絶縁膜29d1より屈折率の小さいフッ素系透明樹脂 (光入射側光透過層) 19cを形成することにより、光束分散層120を形成するようにしたので、凹状に湾曲した凹レンズ部120aを各受光部に対応して有する光束分散層120をサイドウォールやエッチングマスク層を用いることなく、比較的簡単な工程により形成することができる効果がある。

【0069】実施例3。図7は本発明の第3の実施例による固体撮像装置を示す断面図であり、図において、103は本実施例の固体撮像装置で、その光束分散層130は、素子部201上に形成された、その表面が平坦な光出射側光透過層39aと、該膜39a上の、受光部3上に位置する部分に配設された、CCD転送方向をその短軸方向とする平面楕円形状の補助凸レンズ11と、上記光出射側光透過層39a及び補助凸レンズ11上全面に形成された、その表面が平坦な中間光透過層39bと、その上に形成されたその表面が平坦な光入射側光透過層39cとから構成されている。

【0070】ここで上記各光透過層39a, 39c及び補助凸レンズ11は屈折率が1.5程度のポリマーから構成されており、また中間光透過層39bは屈折率が1.9程度のシリコン窒化膜から構成されている。またレンズ層203を構成するマイクロレンズ10も屈折率1.5程度のポリマーで構成されている。その他の構成は上記第1実施例の固体撮像装置101と同一である。

【0071】なお図中、F3aは上記補助凸レンズ11と中間光透過層39bとの凸状に湾曲した接触界面を、F3bは上記中間光透過層39bと光入射側光透過層39cとのフラットな接触界面を示しており、またn39a, n39b, n39cは上記各光透過層39a, 39b, 39cの屈折率、n11は補助凸レンズ11の屈折率を示している。

【0072】次に製造方法について説明する。上記素子部201の形成を上記各実施例と同様図2(a), 図2(b)に示すように行った後、上記素子部201上に、例えばSOG等の酸化膜あるいはPMMA, PGMA等のポリマーを、その表面が平坦になるようスピン塗布して、屈折率1.5前後の光出射側光透過層39aを形成する (図8(a))。

【0073】次に上記光出射側光透過層39a上に、例

例えば東京応化株式会社製 OFPR-800, ODUR-1010, OEBR-100, 1000等の熱可塑性樹脂をスピン塗布法等により塗布し、フォトリソグラフィ技術等を用いて受光部3上の周辺端部を除去する(図8(b))。

【0074】続いて所定の温度で熱リフロー処理を行って上記パターンニングされた熱可塑性樹脂層11aを変形させて上記補助凸レンズ11を形成する(図8(c))。ここで処理温度は例えば、上記熱可塑性樹脂としてOFPR-800を用いた場合なら、150℃前後とする。

【0075】次にバイアス印加ECR型プラズマCVD法により、上記熱リフロー温度以下でシリコン窒化膜を上記光出射側光透過層39a及び補助凸レンズ11上全面に堆積して、その表面が平坦な中間光透過層39bを形成し、続いてこの中間光透過層39b上に、光出射側光透過層39aと同様、酸化膜あるいはポリマーをスピン塗布して、屈折率1.5前後の光入射側光透過層39cを形成する(図8(d))。

【0076】その後熱可塑性樹脂の塗布及びパターンニングを上記補助凸レンズ11の形成工程と同様に行い(図8(e))、所定の温度で熱リフロー処理を施して平面楕円形状のマイクロレンズ10を形成し、固体撮像装置103を完成する(図8(f))。

【0077】次に作用効果について説明する。このような構成の第3の実施例装置では、上記光束分散層130を、屈折率の小さい光入射側と光出射側の2つの光透過層39a, 39cと、これらの間に介在する屈折率の大きい中間光透過層39bとから構成し、光入射側光透過層39cと中間光透過層39bとの接触界面を全面フラットな形状とし、また中間光透過層39bと光出射側光透過層39aとの接触界面の、各受光部上の部分を凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、レンズ層203により集光された入射光は上記フラットな接触界面F3bと、凸状に湾曲した接触界面F3aとでそれぞれ屈折して分散されることとなる。

【0078】すなわち、上記フラットな接触界面F3bでは、図12(a)に示すように入射光は屈折率の小さい物質Iから入射して、屈折率の大きい物質II中に進むこととなり、集光光束はその界面通過後、より平行光束に近い光束となる。また湾曲した接触界面F3aでは、図12(c)に示すように入射光は屈折率の大きい物質III(屈折率 $n_3$ )から入射して、屈折率の小さい物質IV(屈折率 $n_4$ )中に入射することとなる。この時、入射点P3に立てた法線M3と入射光線L1とのなす角度を入射角 $\theta_5$ 、法線M3と出射光線L2とのなす角度を出射角 $\theta_6$ 、入射光線L1と出射光線L2とがなす角度を屈折角 $\delta c$ とすると、屈折の一般式 $n_3 \sin \theta_5 = n_4 \sin \theta_6$ から、この場合 $n_3 > n_4$ であるので、 $\theta_5 < \theta_6$ となり、屈折角 $\delta c$ は $\theta_6 - \theta_5$ となる。言い換えると、

上記凸状に湾曲した接触界面での屈折では、入射光Aはその界面通過後やはり、より平行光束に近い光束となる。このため受光部下側の基板部分での入射光の広がりほとんどなく、上記と同様スミアの発生をほとんど防止することができる効果がある。

【0079】また上記表面が平坦な光入射側及び光出射側の光透過層39a, 39cは、光路長をかせいで屈折光がより多く受光部に到達するためのもので、これらの光路長の調整可能な光透過層を用いることにより、マイクロレンズ10や補助凸レンズ11を、曲率等について固体撮像装置の仕様上からの制約を受けることなく、製造プロセス上最も高精度に形成可能な形状にすることができる。但しこれらの層がなくても本発明の、スミア低減という基本的な効果は変わらない。

【0080】実施例3の変形例。図9は、上記第3実施例の変形例による固体撮像装置を示す断面図であり、図において、103aは本変形例の固体撮像装置で、その光束分散層130aは、素子部201上に形成された、その表面が平坦な光出射側光透過層39aと、該膜39a上の、受光部3上に位置する部分に配設された補助凸レンズ11と、上記光出射側光透過層39a及び補助凸レンズ11上全面に、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう形成された光入射側光透過層39dとから構成されている。従ってここではレンズ層203は上記光入射側光透過層39dの表面の凸状部分から構成されている。

【0081】ここで上記光出射側光透過層39a及び補助凸レンズ11は屈折率が1.5程度のポリマーから構成されており、また光入射側光透過層39dは屈折率が1.9程度のシリコン窒化膜から構成されている。その他の点は上記第3実施例と同一である。なお図中、F3aは上記補助凸レンズ11と中間光透過層39bとの湾曲した接触界面であり、n39dは上記光透過層39dの屈折率を示している。

【0082】次に製造方法について説明する。上記第3の実施例装置の製造方法で説明したように、上記素子部201を形成した後、光出射側光透過層39aの形成(図10(a))及び補助凸レンズ11の形成(図10(b), (c))を順次行い、ECRプラズマCVDによりシリコン窒化膜を、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう上記熱リフロー温度以下で堆積して、光束分散層130a及びレンズ層203を形成する。これにより第3実施例の変形例に係る固体撮像装置103aを形成する(図10(d))。

【0083】このような構成の第3実施例の変形例では、光束分散層130aを、屈折率の大きい光入射側光透過層39dと、屈折率の小さい光出射側光透過層39aとから構成し、上記両光透過層の接触界面の、上記受光部上の部分F3aを凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、レンズ層203により集光された入射光は、図1

2(c)を用いて説明したように、上記凸状に湾曲した接触界面F3aでの屈折により分散されることとなる。これにより受光部下側の基板部分での入射光の広がりを抑えて、スミアの発生を低減することができる効果がある。

【0084】また熱可塑性樹脂からなる光出射側光透過層39a上の、上記複数の受光部3に対応する各領域にそれぞれ補助凸レンズ11を形成した後、上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きいシリコン窒化膜を、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう、かつ熱フロー温度よりも低温で堆積して、光束分散層130a及びレンズ層203を形成するようにしたので、上記補助凸レンズ11上の平坦化膜の形成とレンズ層203との形成を1つの工程で行うことができ、製造プロセスを簡略化できる効果がある。

【0085】実施例4. 図11は本発明の第4の実施例による固体撮像装置を説明するための断面図であり、図11(a)は素子部に光束分散層及びレンズ層を取り付ける様子を、また図11(b)は固体撮像装置の完成状態を示している。

【0086】図において、104は本実施例の固体撮像装置で、ここでは光束調整層として、素子部201上に貼り付けられた凹レンズアレイ膜140を用い、レンズ層として、該凹レンズアレイ膜上に貼り付けられた凸レンズアレイ膜150を用いている。

【0087】ここで上記凹レンズアレイ膜140は、上記受光部3の2次元アレイと同一ピッチで配列された複数の凹レンズ部141からなり、上記凸レンズアレイ膜150は、受光部の2次元アレイと同一ピッチで配列された複数の凸レンズ部151からなっており、上記各レンズ部の平面形状はCCDの転送方向を短軸方向とする平面楕円形状となっている。また各レンズアレイ膜は素子部201とは全く別に製造されたもので、固体撮像装置の用途等に合わせてそのレンズ部の曲率を異ならせたいくつかの種類のものが用意されている。

【0088】その製造方法は、上記半導体基板上に素子部201を形成した後、全面に平坦化膜9を形成し(図11(a))、その後凹レンズ部141が所定の曲率を持つ凹レンズアレイ膜140を接着材により貼り付け、さらにその上に凸レンズ部151が所定の曲率を持つ凸レンズアレイ膜150を貼り付けて、上記固体撮像装置104を完成する(図11(b))。

【0089】このような構成の本実施例では、レンズ層としての凸レンズアレイ膜150で集光された入射光が、光束分散層としての凹レンズアレイ膜140での屈折により分散されることとなる。これにより受光部下側の基板部分での入射光の広がりを抑えて、スミアの発生を低減することができる効果がある。

【0090】また素子部201を形成し、その表面を平坦化した後は、既成のレンズアレイ膜を貼り付けるだけで固体撮像装置を完成することができ、レンズ層の曲率

を製造プロセス上の制約を受けることなく自由に選択することができる。またこのため素子部の機能が異なる固体撮像装置を何種類も製造する場合には、各素子部についての、レンズ層や光束分散層を形成するプロセスを大幅に時間短縮することができる。

【0091】

【発明の効果】以上のようにこの発明に係る固体撮像装置によれば、素子部とレンズ層との間に、屈折率の異なる2つの光透過層を有し、上記レンズ層により集光された集光光束をこれが平行光束により近い光束となるよう上記光透過層での屈折により分散する光束分散層を配設したので、上記レンズ層により集光された入射光は、上記光束調整層の通過により集光角度がより小さい集光光束となって受光部に入射することとなり、これにより半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりが抑えられてCCDチャネル領域への光電荷の漏れ込みが少なくなり、スミアを低減することができる効果がある。

【0092】またこの発明によれば上記固体撮像装置において、上記光束分散層における、光入射側光透過層と光出射側光透過層との接触界面の、受光部上に位置する部分を凹状に湾曲した凹レンズ形状としたので、上記湾曲した接触界面では入射光の分散は接触界面がフラットな場合に比べて大きく、上記レンズ層により集光された入射光は、光束分散層の通過によりほぼ平行光束となって受光部に入射することとなり、これにより半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりはほとんどなくなり、光電荷のCCDチャネル領域への漏れ込みによるスミアの発生をほぼ完全に防止することができる効果がある。

【0093】またこの発明によれば上記固体撮像装置において、上記光束分散層を、屈折率の小さい光入射側と光出射側の2つの光透過層間に、屈折率の大きい中間光透過層を挟み込んで形成し、光入射側光透過層と中間光透過層との接触界面を全面フラットな形状とし、また中間光透過層と光出射側光透過層との接触界面の、各受光部上の部分を凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、レンズ層により集光された入射光は上記フラットな接触界面と、凸状に湾曲した接触界面とでそれぞれ屈折して分散されることとなり、このため受光部下側の基板部分での入射光の広がりはほとんどなく、上記と同様スミアの発生をほとんど防止することができる効果がある。

【0094】さらにこの発明によれば上記固体撮像装置において、上記光束分散層を屈折率の大きい光入射側光透過層と、屈折率の小さい光出射側光透過層とから構成し、上記両光透過層の接触界面の、受光部上の部分を凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、上記レンズ層により集光された入射光は、上記凸状に湾曲した接触界面での屈折により分散されることとなり、これにより上記と同様半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりが抑制されて、光電荷のCCDチャネル領域への漏れ込

みによるスミアを低減することができる効果がある。

【0095】この発明によれば上記固体撮像装置において、上記光束分散層として、上記受光部の配列パターンに対応させて複数の凹レンズ部を配列してなる凹レンズアレイ膜を上記素子部上に貼り付け、上記レンズ層として、上記受光部の配列パターンに対応して複数の凸レンズ部を配列させてなる凸レンズアレイ膜を上記凹レンズアレイ膜上に貼り付けたので、上記凸レンズアレイ膜で集光された入射光は、上記凹レンズアレイ膜での屈折により分散されることとなり、上記と同様にしてスミアの低減を図ることができる効果がある。また光束分散層やレンズ層の形成は上記凹レンズアレイ膜、凸レンズアレイ膜を素子部上に貼り付けるだけでよく、製造プロセスが簡単になる効果がある。

【0096】この発明に係る固体撮像装置の製造方法によれば、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上の、受光部の周縁部分に第1の透明絶縁膜の塗布及び異方性エッチングによりサイドウォールを形成し、該サイドウォールを利用して、その受光部上の部分が凹状に湾曲した第2の透明絶縁膜を形成し、該透明絶縁膜上にこれより屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、凹状に湾曲した屈折界面を各受光部に対応して有する光束分散層をエッチングマスク等を用いることなく比較的簡単な工程により形成することができる効果がある。

【0097】この発明に係る固体撮像装置の製造方法によれば、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう堆積した後、該第1の透明絶縁膜に、耐エッチングマスクを用いた等方性エッチングを施して、該透明絶縁膜の、受光部上の部分に凹状湾曲面を形成し、上記耐エッチングマスクの除去後、上記第1の透明絶縁膜上に、これより屈折率の小さい第2の透明絶縁膜を堆積することにより光束分散層を形成するようにしたので、上記光束分散層の凹状に湾曲した屈折界面の曲率や大きさを耐エッチングマスクの開口パターンやエッチング条件等の変更により簡単に調整することができる効果がある。

【0098】この発明に係る固体撮像装置の製造方法によれば、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の熱可塑性透明樹脂膜を下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう堆積した後、該第1の透明樹脂膜をリフローしてその受光部上の部分を所定の凹状湾曲形状とし、その上に上記透明絶縁膜より屈折率の小さい第2の透明樹脂膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、凹状に湾曲した屈折界面を各受光部に対応して有する光束分散層をサイドウォールやエッチングマスク層を用いることなく、比較的簡単な工程により形成することができる効果がある。

果がある。

【0099】この発明に係る固体撮像装置の製造方法によれば、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上の平坦な第1の透明絶縁膜上に、熱可塑性透明樹脂のパターニング及び熱フローを行って、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成し、その後全面に上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きい透明な材料を上記熱フロー温度よりも低温でその表面が平坦となるよう堆積して第2の透明絶縁膜を形成し、その後第2の透明絶縁膜上にこれより屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、上記第1の透明絶縁膜上の凸レンズはプロセス上最も形成し易い形状とし、集光光束の集束角度や光路長の微調整を第2、第3の透明絶縁膜の膜厚の調整により簡単に行うことができる効果がある。

【0100】この発明によれば上記固体撮像装置の製造方法において、第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ補助凸レンズを形成した後、上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きい透明材料を、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう、かつ熱フロー温度よりも低温で堆積することにより、光束分散層及びレンズ層を形成するようにしたので、上記補助凸レンズ上の平坦化膜の形成とレンズ層の形成とを1つの工程で行うことができ、製造プロセスを簡略化できる効果がある。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の第1の実施例による固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図2】上記固体撮像装置の製造方法を主要工程別に説明するための断面図である。

【図3】この発明の第2の実施例による固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図4】上記第2実施例装置の製造方法として光束分散層の形成にサイドウォールを用いる方法を説明するための図である。

【図5】上記第2実施例装置の製造方法として光束分散層の形成に等方性エッチングを用いる方法を説明するための図である。

【図6】上記第2実施例の変形例による固体撮像装置の製造方法を主要工程別に説明するための断面図である。

【図7】この発明の第3の実施例による固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図8】この第3実施例の固体撮像装置を製造する方法を主要工程別に説明する断面図である。

【図9】上記第3実施例の変形例による固体撮像装置の構造を示す断面図である。

【図10】上記第3実施例の変形例の固体撮像装置を製造する方法を主要工程別に説明する断面図である。

【図11】本発明の第4の実施例による固体撮像装置の

構造を示す断面図である。

【図12】屈折率の異なる物質の界面で光路が屈折する様子を示す図である。

【図13】従来の固体撮像装置における基板上での拡散領域等のレイアウトを示す平面図である。

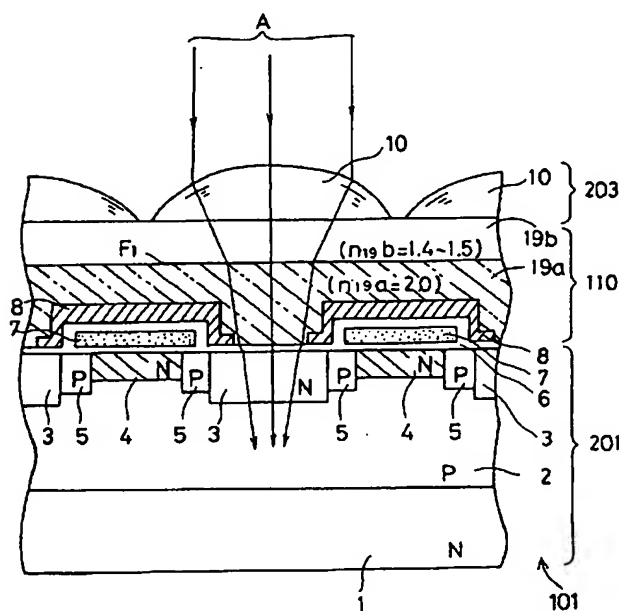
【図14】従来の固体撮像装置の断面構造を示す図である。

【符号の説明】

- 1 N型シリコン基板
- 2 P型ウェル領域
- 3 受光部
- 4 N型CCDチャネル領域
- 5 P型チャネル分離領域
- 6 ゲート絶縁膜
- 7 a 第1ポリシリコン膜
- 7 b 第2ポリシリコン膜
- 8 アルミ遮光膜

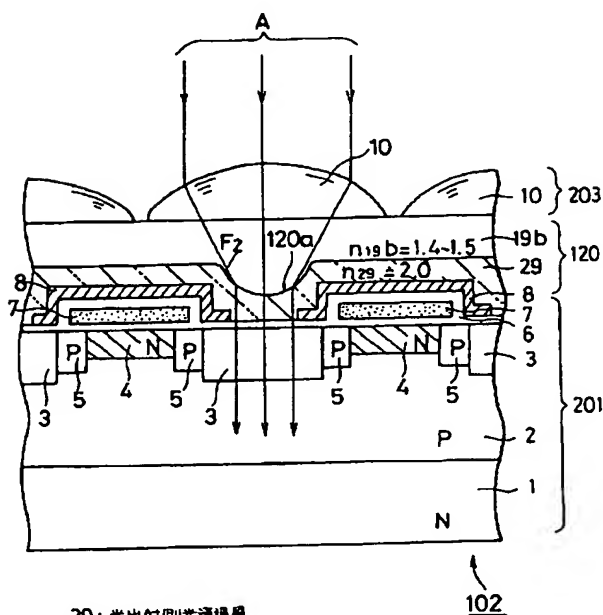
- 10 マイクロレンズ
- 11 補助凸レンズ
- 19 a, 29, 29 d, 39 a 光出射側光透過層
- 19 b, 19 c, 39 c, 39 d 光入射側光透過層
- 39 b 中間光透過層
- 101, 102, 102 a, 103, 103 a, 104 固体撮像装置
- 110, 120, 130, 130 a 光束分散層
- 140 凹レンズアレイ膜
- 150 凸レンズアレイ膜
- 201 素子部
- 203 レンズ層
- A 入射光
- E0 受光部の直下で発生する光電子
- E1 受光部端で発生する光電子
- F1, F2, F3a, F3b 接触界面

【図1】



- 1: N型シリコン基板
- 2: P型ウェル領域
- 3: 受光部
- 4: N型CCDチャネル領域
- 5: P型チャネル分離領域
- 6: ゲート絶縁膜
- 7: ゲート電極
- 8: アルミ遮光膜
- 10: マイクロレンズ
- 19a: 光出射側光透過層
- 19b: 光入射側光透過層
- 101: 固体撮像装置
- 110: 光束分散層
- 201: 素子部
- 203: レンズ層

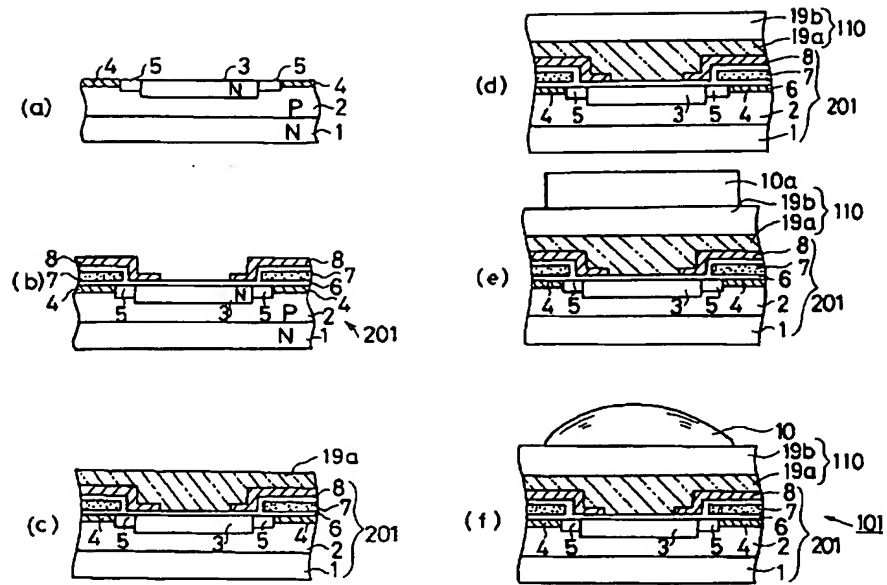
【図3】



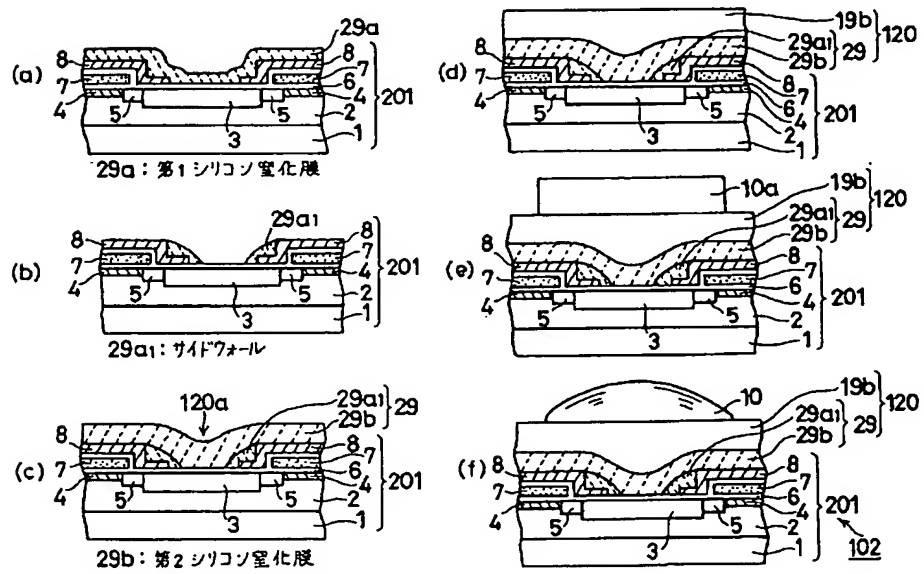
- 29: 光出射側光透過層
- 102: 固体撮像装置
- 120: 光束分散層
- 120a: 凹状湾曲面



【図2】

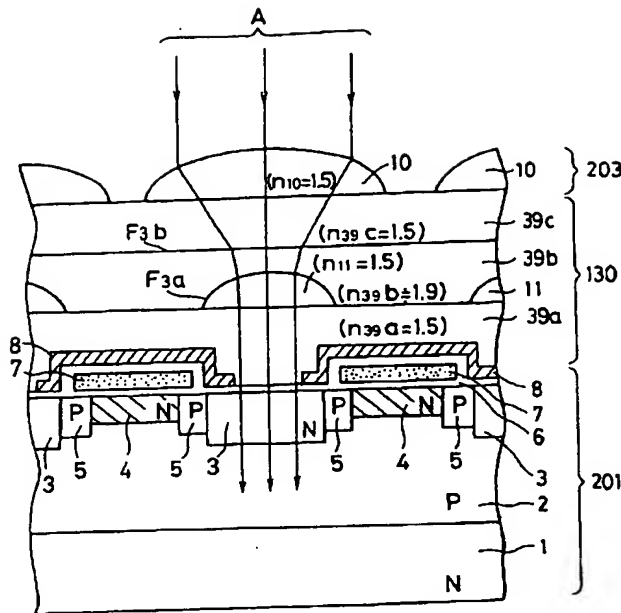


【図4】



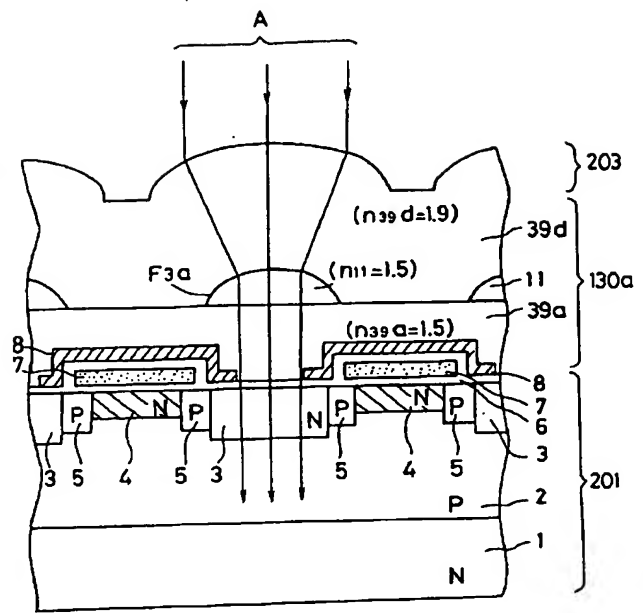


【図 7】



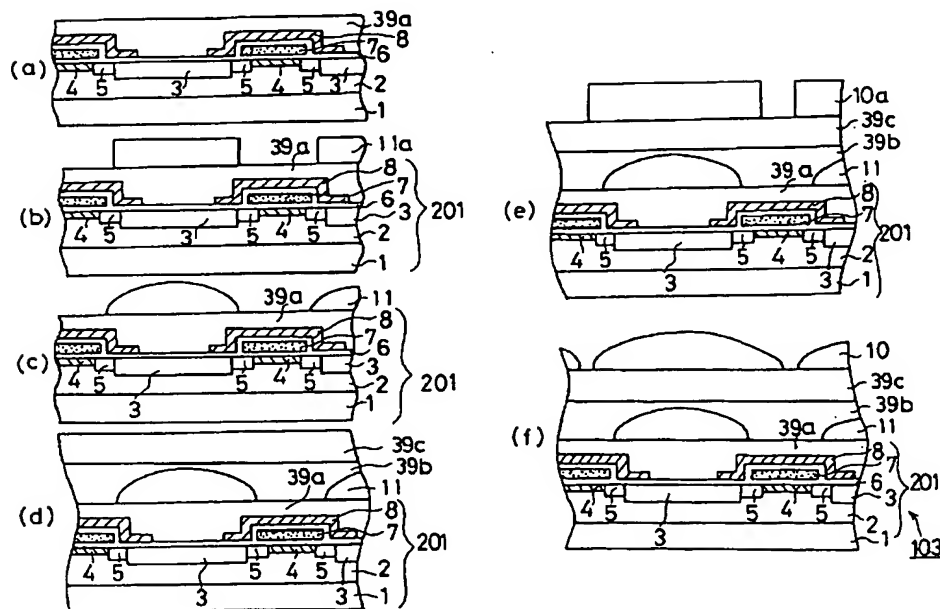
11: 補助凸レンズ  
103: 固体撮像装置  
39a: 光入射側光透過層  
130: 光集分散層  
39b: 中間光透過層  
39c: 光入射側光透過層

【図 9】

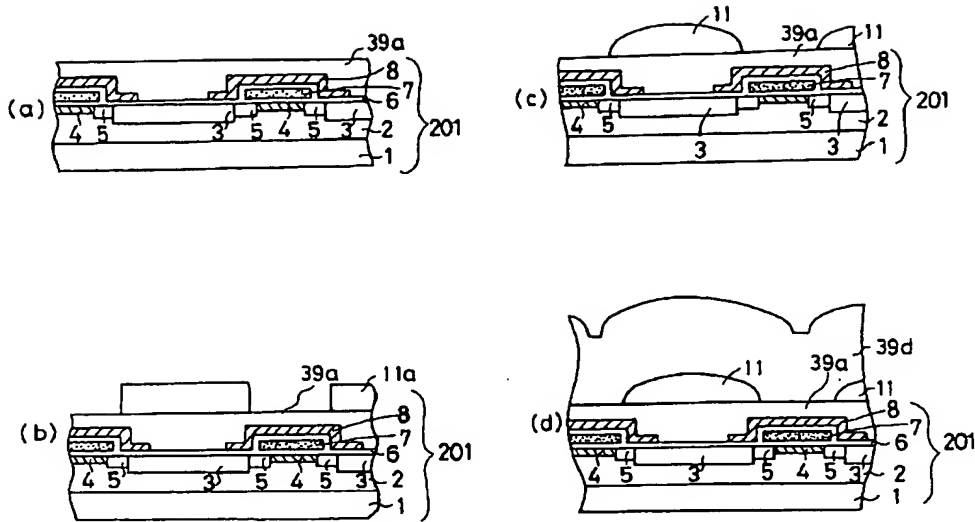


39d: 光入射側光透過層  
103a: 固体撮像装置  
130a: 光集分散層

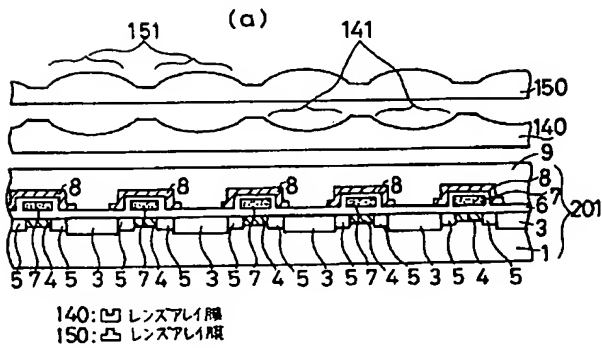
【図 8】



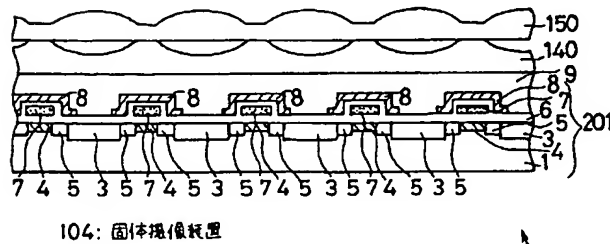
【図10】



【図11】

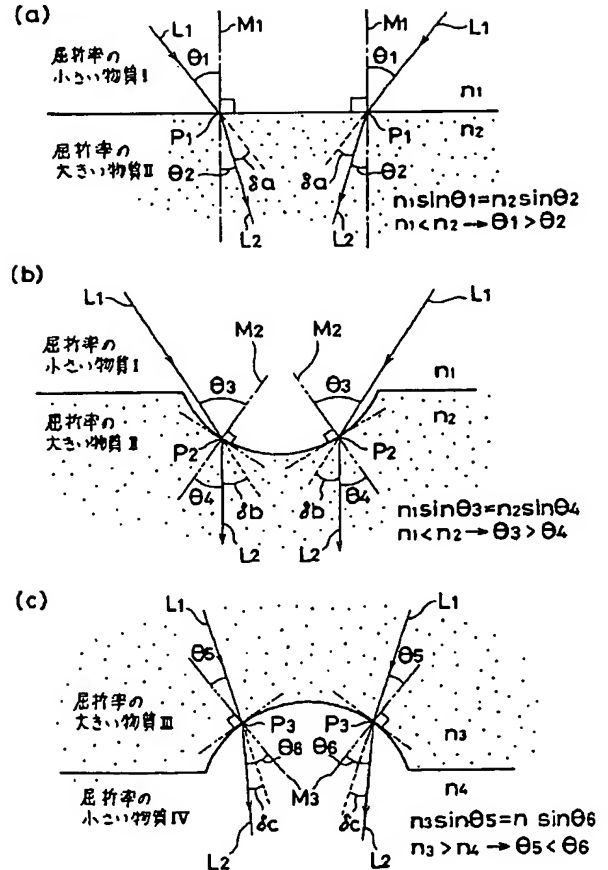


(b)

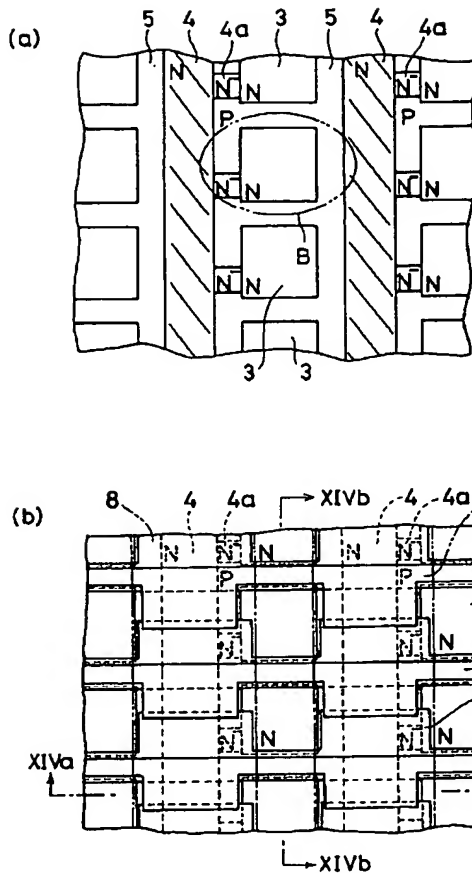


104

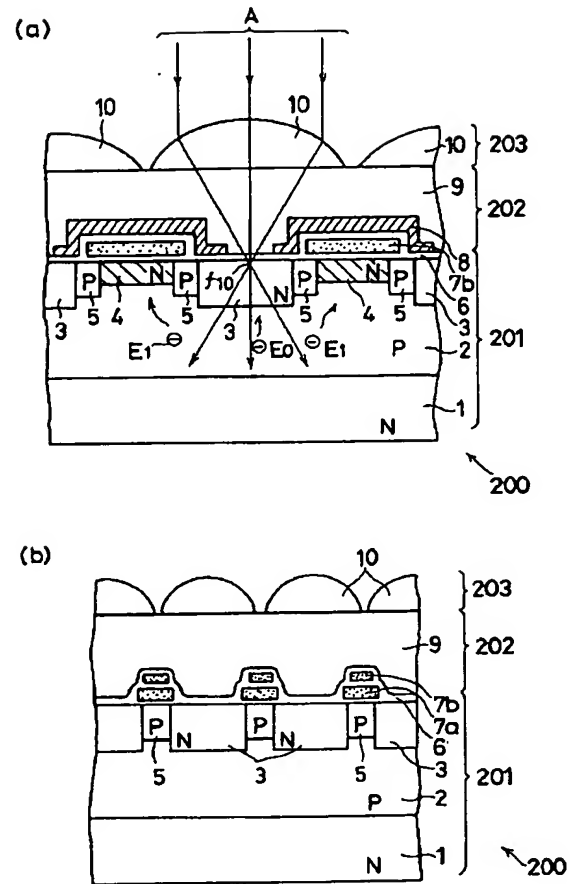
【図12】



【図 1 3】



【図 1 4】



## 【手続補正書】

【提出日】平成 5 年 7 月 1 4 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 7

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 0 7】また光路長調整層 2 0 2 は、上記アルミ遮光膜 8 上全面に形成され、透明樹脂からなる平坦化膜 9 であり、上記レンズ層 2 0 3 は、この平坦化膜 9 上の、上記複数の受光部 3 に対応する各領域に配設され、入射光 A を各受光部に集める凸形マイクロレンズ 1 0 から構成されている。またここでは上記マイクロレンズ 1 0 は、その中心が受光部の中心に位置するように配置されており、またその形状は、図 1 3 (a) の二点鎖線 B で示すように CCD チャンネル領域 4 側に張り出した平面楕円形状となっている。従って、受光部 3 の周辺領域、つまり N 型 CCD チャンネル領域 4、N 型 TG チャンネル領域 4 a 及び P 型チャンネル分離領域 5 上に降り注ぐ入射光も上

記受光部 3 に導入できるようになっている。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 0 9

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 0 9】そして上記集光した光によって受光部 3 で発生した光電子は受光部 3 に蓄積され、所定のタイミングをもって TG チャンネル領域 4 a を通して CCD チャンネル領域 4 へ移され、CCD の転送動作により後段の信号処理装置に出力される。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 2

【補正方法】変更

【補正内容】

【0 0 1 2】なお、このように素子部上に透明絶縁層を介してレンズ層を形成してなる固体撮像装置は、特開昭

61-64158号公報、特開平2-103962号公報、特開平2-280376号公報、特開昭60-145776号公報、特開平2-65171号公報等にも示されており、特に特開昭61-64158号公報、特開平2-280376号公報、特開平2-65171号公報記載の固体撮像装置は、上記従来の固体撮像装置200と同様、受光部や電荷転送部を形成した半導体基板上に透明膜を介して集光レンズを形成してなるもので、これらの装置では、基板の受光部下側部分での入射光の広がりにより、スミアが発生するという上記と同様な問題がある。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】この発明に係る固体撮像装置の製造方法は、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の透明絶縁膜をその表面が平坦となるよう堆積した後、上記第1の透明絶縁膜上に、屈折率がこれと同一の熱可塑性透明樹脂膜を形成し、該熱可塑性透明樹脂膜のパターニング及び熱リフローを行って、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成し、その後全面に上記熱可塑性樹脂膜より屈折率の大きい透明な材料を上記熱リフロー温度よりも低温で、その表面が平坦となるよう堆積して第2の透明絶縁膜を形成し、その後該第2の透明絶縁膜上にこれより屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成し、最後に上記第3の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ、この絶縁膜と屈折率が同一の材料からなる凸レンズを形成するものである。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】この発明は上記固体撮像装置の製造方法において、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成した後、上記熱可塑性樹脂膜より屈折率の大きい透明材料を、熱リフロー温度よりも低温で下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう堆積するものである。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】またこの発明においては、上記光束分散層における、光入射側光透過層と光出射側光透過層との接触界面の、受光部上に位置する部分を凹状に湾曲した凹

レンズ形状としたので、上記凹状に湾曲した接触界面では入射光の分散は、接触界面がフラットな場合に比べて大きく、上記入射光は、光束分散層の通過によりほぼ平行な光束となって受光部に入射することとなる。これにより半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりほぼほとんどなくなり、光電荷のCCDチャネル領域への漏れ込みによるスミアの発生をほぼ完全に防止することができる。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0042

【補正方法】変更

【補正内容】

【0042】その後上記光束分散層110上に熱可塑性樹脂、例えば東京応化株式会社製OFPR-800、ODUR-1010、OEBR-100、1000等をスピン塗布法等により塗布し、フォトリソグラフィ技術等を用いてパターニングして受光部3上の周辺端部を除去する。これにより各受光部3上に、垂直CCDの転送方向にはCCDチャネル領域側の中央付近まで、また該転送方向と直角方向にはP型チャネル分離領域5の中央付近まで広がった、平面長方形形状の熱可塑性樹脂層10aが形成される(図2(e))。最後に所定の温度、例えば上記熱可塑性樹脂としてOFPR-800を用いた場合は、150°C前後の温度で上記熱可塑性樹脂層10aを熱リフローすることにより該樹脂層10aを平面長楕円形状の凸レンズ状に加工してマイクロレンズ10を形成し、固体撮像装置101を完成する(図2(f))。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0045

【補正方法】変更

【補正内容】

【0045】ところでこの実施例では、光束分散層110中の、2つの光透過層19a、19bの接触界面F1が全面に渡って平坦な構造となっているため、上記レンズ層203のマイクロレンズ10の屈折率の大きいものでは、上記ウェル2の深部での入射光の広がり抑制が不十分である場合がある。この場合上記光透過層19a、19bとして屈折率の差がより大きな透明材料を用いる必要があるが、製造プロセスや光透過性等からの制約もあってそのような透明材料の選択は必ずしも容易ではない。また、上記のように2つの光透過層の接触界面を平坦にするためには、屈折率の大きい光出射側光透過層19aを構成する、光透過性の悪いシリコン窒化膜を厚くしなければならず、この結果光束分散層での入射光の減衰が大きくなり、受光部3の感度が低下したのと同様の弊害が生じてしまう。

【手続補正9】



【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0047

【補正方法】変更

【補正内容】

【0047】ここで上記光束分散層120は、素子部201上に形成され、上記受光部3上に凹状球面部120aを有する光出射側光透過層29と、該光透過層上に形成された光入射側光透過層19bとから構成されており、上記光出射側光透過層29は屈折率が2.0程度のシリコン窒化膜から、また上記光入射側光透過層19bは上記実施例と同様屈折率1.4~1.5程度のシリコン系樹脂から構成されている。その他の構成は上記第1実施例と同一である。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

【補正内容】

【0053】次に、このシリコン窒化膜29aに異方性エッチングを施してエッチバックし、受光部3の周囲にサイドウォール29a1を形成する(図4(b))。その後全面に第2シリコン窒化膜29bを、上記サイドウォール29a1による下地表面の段差がその表面形状に反映されるようプラズマCVD法等によって全面に堆積して、その受光部上の部分120aが凹状に湾曲した厚さ0.1~1.0 $\mu$ m程度の光出射側光透過層29を形成する(図4(c))。その後は上記第1実施例と同様シリコン系透明樹脂をその表面が平坦となるよう堆積して光入射側光透過層19bを形成し(図4(d))、続いて上記第1の実施例装置の製造方法と同様、上記光束分散層120上に熱可塑性樹脂をスピン塗布法等により塗布し、フォトリソグラフィ技術等を用いてパターニングしてその受光部3上の周辺端部を除去する(図4(e))。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0064

【補正方法】変更

【補正内容】

【0064】実施例2の変形例。図6は上記第2の実施例の変形例に係る固体撮像装置の製造方法を説明するための図であり、図において102aはこの変形例に係る固体撮像装置で、この装置102aでは、光束分散層120を、屈折率が1.5前後の透明絶縁膜からなる光出射側光透過層29dと、屈折率が1.3前後のフッ素系樹脂からなる光入射側光透過層19cとから構成している。ここでは上記透明絶縁膜29dには、例えばSOG(Spin On Glass)用材料、BPSG(Boron-doped Phospho-Silicate Glass)等のSiO<sub>2</sub>系材料やPMMA(Poly-Methyl-Meta-Acrylate)、PGMA(Poly-Glicydy-Meta-Acrylate)等のポリマーであって屈折率が1.5前

後のものを用いている。その他の点は上記第2の実施例装置と全く同一である。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正内容】

【0069】実施例3。図7は本発明の第3の実施例による固体撮像装置を示す断面図であり、図において、103は本実施例の固体撮像装置で、その光束分散層130は、光出射側光透過層39aと、上記光透過層39a上全面に形成された、その表面が平坦な中間光透過層39bと、その上に形成されたその表面が平坦な光入射側光透過層39cとから構成されており、ここでは光出射側光透過層39aは素子部201上に形成された、その表面が平坦な光透過層39a1と、該膜39a1上の、受光部3上に位置する部分に配設された、CCD転送方向をその短軸方向とする平面楕円形状の補助凸レンズ11から構成されている。

【手続補正13】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0070

【補正方法】変更

【補正内容】

【0070】ここで上記各光透過層39a1、39c及び補助凸レンズ11は屈折率が1.5程度のポリマーから構成されており、また中間光透過層39bは屈折率が1.9程度のシリコン窒化膜から構成されている。またレンズ層203を構成するマイクロレンズ10も屈折率1.5程度のポリマーで構成されている。その他の構成は上記第1実施例の固体撮像装置101と同一である。

【手続補正14】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0071

【補正方法】変更

【補正内容】

【0071】なお図中、F3aは上記補助凸レンズ11と中間光透過層39bとの凸状に湾曲した接触界面を、F3bは上記中間光透過層39bと光入射側光透過層39cとのフラットな接触界面を示しており、またn39a1、n39b、n39cは上記各光透過層39a1、39b、39cの屈折率、n11は補助凸レンズ11の屈折率を示している。

【手続補正15】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0072

【補正方法】変更

【補正内容】

【0072】次に製造方法について説明する。上記素子部201の形成を上記各実施例と同様図2(a)、図2

(b) に示すように行った後、上記素子部 201 上に、例えば SOG 等の酸化膜あるいは PMMA、PGMA 等のポリマーを、その表面が平坦になるようスピン塗布して、屈折率 1.5 前後の平坦な光透過層 39a<sub>1</sub> を形成する (図 8 (a))。

【手続補正 16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0073

【補正方法】変更

【補正内容】

【0073】次に上記光透過層 39a<sub>1</sub> 上に、例えば東京応化株式会社製 OFPR-800, ODUR-1010, OEBR-100, 1000 等の熱可塑性樹脂をスピン塗布法等により塗布し、フォトリソグラフィ技術等を用いて受光部 3 上の周辺端部を除去する (図 8 (b))。

【手続補正 17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0074

【補正方法】変更

【補正内容】

【0074】続いて所定の温度で熱リフロー処理を行って上記パターンニングされた熱可塑性樹脂層 11a を変形させて上記補助凸レンズ 11 をして光出射側光透過層 39a を形成する (図 8 (c))。ここで処理温度は例えば、上記熱可塑性樹脂として OFPR-800 を用いた場合なら、150℃前後とする。

【手続補正 18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0075

【補正方法】変更

【補正内容】

【0075】次にバイアス印加 ECR 型プラズマ CVD 法により、上記熱リフロー温度以下でシリコン窒化膜を上記光出射側光透過層 39a<sub>1</sub> 上に全面に堆積して、その表面が平坦な中間光透過層 39b を形成し、続いてこの中間光透過層 39b 上に、上記光透過層 39a<sub>1</sub> と同様、酸化膜あるいはポリマーをスピン塗布して、屈折率 1.5 前後の光入射側光透過層 39c を形成する (図 8 (d))。

【手続補正 19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0077

【補正方法】変更

【補正内容】

【0077】次に作用効果について説明する。このような構成の第 3 の実施例装置では、上記光束分散層 130 を、屈折率の小さい光入射側と光透過層 39c と、平坦な光透過層 39a<sub>1</sub>、及び補助レンズ 11 からなる光出射側光透過層 39a と、これらの間に介在する屈折率の

大きい中間光透過層 39b とから構成し、光入射側光透過層 39c と中間光透過層 39b との接触界面を全面フラットな形状とし、また中間光透過層 39b と光出射側光透過層 39a との接触界面の、各受光部上の部分を凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、レンズ層 203 により集光された入射光は上記フラットな接触界面 F3b と、凸状に湾曲した接触界面 F3a とでそれぞれ屈折して分散されることとなる。

【手続補正 20】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0079

【補正方法】変更

【補正内容】

【0079】また上記表面が平坦な光入射側及び光出射側の光透過層 39c、39a<sub>1</sub> は、光路長をかせいで屈折光がより多く受光部に到達するためのもので、これらの光路長の調整可能な光透過層を用いることにより、マイクロレンズ 10 や補助凸レンズ 11 を、曲率等について固体撮像装置の仕様上からの制約を受けることなく、製造プロセス上最も高精度に形成可能な形状にすることができる。但しこれらの層がなくても本発明の、スミア低減という基本的な効果は変わらない。

【手続補正 21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0080

【補正方法】変更

【補正内容】

【0080】実施例 3 の変形例。図 9 は、上記第 3 実施例の変形例による固体撮像装置を示す断面図であり、図において、103a は本変形例の固体撮像装置で、その光束分散層 130a は、光出射側光透過層 39a と、上記光透過層 39a<sub>1</sub> 上に全面に、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう形成された光入射側光透過層 39d とから構成されている。従ってここではレンズ層 203 は上記光入射側光透過層 39d の表面の凸状部分から構成されており、また光出射側光透過層 39a は、素子部 201 上に形成された、その表面が平坦な光透過層 39a<sub>1</sub> と、該膜 39a<sub>1</sub> 上の、受光部 3 上に位置する部分に配設された補助凸レンズ 11 とから構成されている。

【手続補正 22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0081

【補正方法】変更

【補正内容】

【0081】ここで上記光透過層 39a<sub>1</sub> 及び補助凸レンズ 11 は屈折率が 1.5 程度のポリマーから構成されており、また光入射側光透過層 39d は屈折率が 1.9 程度のシリコン窒化膜から構成されている。その他の点は上記第 3 実施例と同一である。なお図中、F3a は上記

補助凸レンズ11と光入射側光透過層39dとの湾曲した接触界面であり、n39dは上記光透過層39dの屈折率を示している。

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0082

【補正方法】変更

【補正内容】

【0082】次に製造方法について説明する。上記第3の実施例装置の製造方法で説明したように、上記素子部201を形成した後、その表面が平坦な光透過層39aの形成（図10(a)）及び補助凸レンズ11の形成（図10(b)、(c)）を順次行い、ECRプラズマCVDによりシリコン窒化膜を、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう上記熱リフロー温度以下で堆積して、光束分散層130a及びレンズ層203を形成する。これにより第3実施例の変形例に係る固体撮像装置103aを形成する（図10(d)）。

【手続補正24】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0083

【補正方法】変更

【補正内容】

【0083】このような構成の第3実施例の変形例では、光束分散層130aを、屈折率の大きい光入射側光透過層39dと、屈折率の小さい平坦な光透過層39a及び補助レンズ11からなる光出射側光透過層39aとから構成し、上記両光透過層の接触界面の、上記受光部上の部分F3aを凸状に湾曲した凸レンズ形状としたので、レンズ層203により集光された入射光は、図12(c)を用いて説明したように、上記凸状に湾曲した接触界面F3aでの屈折により分散されることとなる。これにより受光部下側の基板部分での入射光の広がりを抑えて、スミアの発生を低減することができる効果がある。

【手続補正25】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0086

【補正方法】変更

【補正内容】

【0086】図において、104は本実施例の固体撮像装置で、ここでは光束分散層として、素子部201上に貼り付けられた凹レンズアレイ膜140を用い、レンズ層として、該凹レンズアレイ膜上に貼り付けられた凸レンズアレイ膜150を用いている。

【手続補正26】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0091

【補正方法】変更

【補正内容】

【0091】

【発明の効果】以上のようにこの発明に係る固体撮像装置によれば、素子部とレンズ層との間に、屈折率の異なる2つの光透過層を有し、上記レンズ層により集光された集光光束をこれが平行光束により近い光束となるよう上記光透過層での屈折により分散する光束分散層を配設したので、上記レンズ層により集光された入射光は、上記光束分散層の通過により集光角度がより小さい集光光束となって受光部に入射することとなり、これにより半導体基板の受光部下側部分での入射光の広がりが抑えられてCCDチャネル領域への光電荷の漏れ込みが少なくなり、スミアを低減することができる効果がある。

【手続補正27】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0098

【補正方法】変更

【補正内容】

【0098】この発明に係る固体撮像装置の製造方法によれば、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上全面に第1の熱可塑性透明樹脂膜を下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう堆積した後、該第1の透明樹脂膜をリフローしてその受光部上の部分を所定の凹状湾曲形状とし、その上に上記透明樹脂膜より屈折率の小さい第2の透明樹脂膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、凹状に湾曲した屈折界面を各受光部に対応して有する光束分散層をサイドウォールやエッチングマスク層を用いることなく、比較的簡単な工程により形成することができる効果がある。

【手続補正28】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0099

【補正方法】変更

【補正内容】

【0099】この発明に係る固体撮像装置の製造方法によれば、複数の受光部及び電荷転送部を作り込んだ半導体基板上の平坦な第1の透明絶縁膜上に、熱可塑性透明樹脂のパターニング及び熱リフローを行って、上記第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ凸レンズを形成し、その後全面に上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きい透明な材料を上記熱リフロー温度よりも低温でその表面が平坦となるよう堆積して第2の透明絶縁膜を形成し、その後第2の透明絶縁膜上にこれより屈折率の小さい第3の透明絶縁膜を形成することにより、光束分散層を形成するようにしたので、上記第1の透明絶縁膜上の凸レンズはプロセス上最も形成し易い形状とし、集光光束の集束角度や光路長の微調整を第2、第3の透明絶縁膜の膜厚の調整により簡単に行うことができる効果がある。

【手続補正29】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】 0 1 0 0

【補正方法】 変更

【補正内容】

【0 1 0 0】 この発明によれば上記固体撮像装置の製造方法において、第1の透明絶縁膜上の、上記複数の受光部に対応する各領域にそれぞれ補助凸レンズを形成した後、上記熱可塑性樹脂より屈折率の大きい透明材料を、下地表面の凹凸形状がその表面形状に反映されるよう、かつ熱リフロー温度よりも低温で堆積することにより、光束分散層及びレンズ層を形成するようにしたので、上

記補助凸レンズ上の平坦化膜の形成とレンズ層の形成とを1つの工程で行うことができ、製造プロセスを簡略化できる効果がある。

【手続補正 3 0】

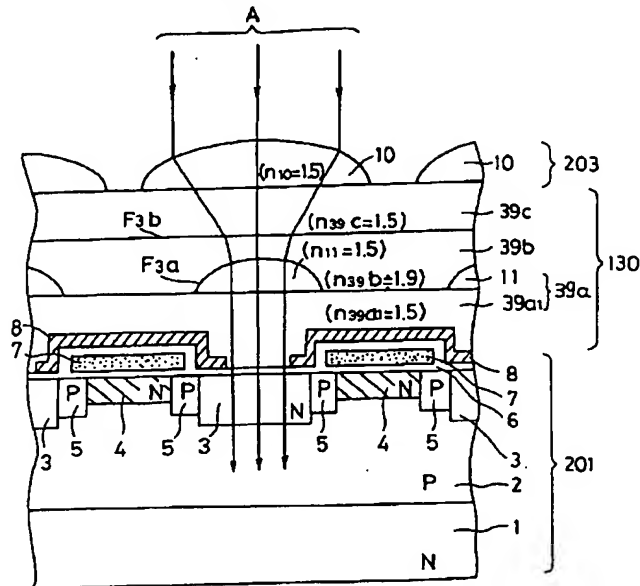
【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 図 7

【補正方法】 変更

【補正内容】

【図 7】



11: 補助凸レンズ  
39a: 光入射側光透過層  
39b: 中間光透過層  
39c: 光入射側光透過層  
103: 固体撮像装置  
130: 光束分散層

103

【手続補正 3 1】

【補正対象書類名】 図面

【補正対象項目名】 図 8

【補正方法】 変更

【補正内容】

【図 8】



